

# CHTC 型给水泵机械密封水温度高的分析研究及处理

马愈

(阳城国际发电有限责任公司 山西晋城 048100)

**摘要:**某厂安装多台 350MW 火力发电机组, 每台机组配套两台 50% 容量的汽动 CHTC 型锅炉给水泵和一台容量 50% 的电动 CHTC 型锅炉给水泵, 某台给水泵有机械密封冷却水温度逐年增高的现象发生, 经过对多台机组给水泵的检修数据对比发现该给水泵正常运行中机械密封水温度高的原因是给水泵平衡盘和平衡座密封间隙在运行过程中逐年增大导致, 本文从机械密封的结构和工作原理着手, 分析造成给水泵的机械密封水温度高的原因, 并针对性提出解决措施以及后续治理方案。

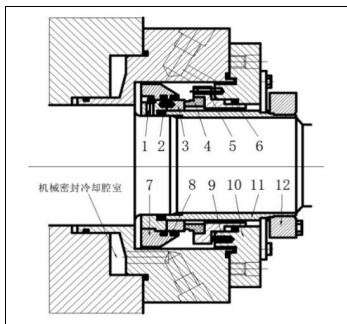
**关键词:**给水泵 机械密封 冷却水 防范措施

## 一、概况

该厂每台机组配套的锅炉给水泵为进口德国 KSB 公司生产的 CHTC5/5 型多级离心式给水泵, 为防止泵入口汽蚀在除氧器和给水泵中间设置有一台德国进口 KSB 公司生产的前置泵, 前置泵可以将除氧器入口压力升至给水泵入口额定压力, 给水泵正常工况下入口压力一般为和 0.9-1.3MPa, 出口压力一般在 18-19 MPa, 某台给水泵在夏季机组负荷较高时, 机械密封水温度偏高接近报警值, 经过检修后分析研究得出原因是给水泵平衡盘和平衡座密封间隙大导致, 通过对间隙重新调整, 重新启动后设备运行参数在优秀水平。

## 二、设备结构介绍

因该泵出入口压差过大, 在泵非驱动端设计有推力平衡装置, 分别为推力盘和平衡盘, 在运行过程中平衡盘承担泵 80% 的轴向推力, 推力盘只承担 20% 的轴向推力, 平衡盘本身工作介质为泵出口侧的高压给水, 经平衡盘轴向间隙和径向间隙节流降压后的高压给水由机械密封进行密封, 当泵高速运转时, 在机械密封动静环之间形成一层很薄的水膜来形成密封, 为了防止该水膜温度太高时汽化造成机械密封损坏, 泵设计对出口侧由机械密封冷却腔室冷却水对高温水进行冷却, 机械密封冷却腔室冷却水由闭式冷却水系统提供, 夏季高温时候冷却器入口 30-31℃, 出口 35-36℃ (详细数据见给水泵运行相关参数分析表), 同时为了防止机械密封水运行过程中残余空气导致机械密封损坏, 在机械密封水循环管路上设有自动排空阀, 详细结构如下图所示:



机械密封结构及冷却水系统

1、固定螺钉 2、O 形圈 3、动环 4、静环 5、销钉 6、O 形圈 7、诱导轮 8、O 形圈 9、弹簧 10、端盖 11、轴套 12、锁紧盘

## 二、设备数据分析

该厂给水泵机械密封水设置正常值为 <80℃, ≥80℃ 报警, ≥90℃ 跳泵, 某台给水泵在夏季机组负荷较高时, 机械密封水温度偏高约 75-78℃, 接近报警值, 从运行数据看温度变化趋势比较稳定, 分析相关运行参数闭式冷却水温度、压力均正常, 没有明显变化。

## 三、系统造成的危害

一: 给水泵内机械密封腔室介质温度高达 180℃ 左右, 而机械密封动静环外侧对空为当地大气压力, 当机械密封水温度过高时, 机械密封动静环结合处会出现闪蒸现象, 破坏动静环处的水膜, 形成间歇振荡、干磨、异常响声等, 使密封失效, 造成机械密封泄漏。

二: 当机械密封水温度增高至 ≥90℃ 时造成给水泵紧急停运, 如备用给水泵联启不及时或无法联启时, 会造成汽包水位低, 轻则机组快速甩负荷, 如果调整跟不上重则会造成机组停运。

## 四、原因分析

一是机械密封冷却器冷却效果差, 机械密封水经过冷却器后没有得到有效的冷却。

二是机械密封长时间运行后, 机械密封结合面磨损或动静密封部件轴向间隙逐渐增大造成的通过机械密封的高温水量过大, 导致机械无法得到有效的冷却。

三是机械密封冷却腔室高低压水密封部件失效, 导致高温高压水串入低压冷却水室, 导致冷却失效。

具体原因如下:

### 1、冷却器方面

机械密封冷却器方面的原因有冷却器管束结垢换热效果差; 冷却水量偏小, 冷却水温度高等原因, 系统配套冷却器为管式换热器, 机械密封水经冷却器管侧流通, 冷却水经壳侧流通, 冷却器管侧和壳侧结垢或堵塞异物时会导致换热效果差, 经现场检查冷却器管侧和壳侧, 均未发现有结垢或堵塞异物的情况, 另外检查机械密封

水供回水系统管路及阀门，未发现有堵塞现场，阀门运行正常，检查闭式冷却水泵，泵出入口压力均正常，且经运行参数分析，泵出入口水温正常，冷却器壳侧进出口水温与其它机组相同，所以可以排除以上原因。

2、机械密封方面

机械密封本身原因有冷却腔室冷却效果差、机械密封冷却腔室壳体与泵体间密封圈泄露、机械密封水外泄，冷却腔室表面结垢或腔室供回水管路系统有异物堵塞时可能会导致冷却效果变差，机械密封冷却腔室壳体与泵体间密封圈泄露，造成高温水串入低温水，使冷却水温度变高，机械密封外泄时，运行过程中会发现泵体机械密封处有大量水流出，泵运行过程中未发现有机密封外泄的现象，且经现场检修时未发现冷却腔室表面结垢或腔室供回水管路系统有异物堵塞，机械密封冷却腔室壳体与泵体间密封圈也未损坏，所以可以以上原因。

3、循环管路方面

冷却循环管路方面的原因有机密封水滤网堵塞，或系统中有气阻的现象，如果磁性滤网堵塞会造成机械密封腔室冷却循环不畅，热量不能及时带走，会造成机械密封水温度高，当机械密封水循环回路有空气不能及时排出时，会在循环回路中形成气阻，也会导致机械密封水循环不畅，通过对机械密封滤网检查发现滤网堵塞情况与其它泵相近，不至于造成循环不畅，运行中检查机械密封腔室循环回路排空阀打开后出水正常，未见大量空气，所以可以以上原因。

4、机械密封本身结构方面

机械密封冷却腔室冷却水的循环动力主要是靠安装在机械密封动环尾部的旋转环和经冷却器前后的温度差来实现无限循环，如果旋转环表面螺旋线磨损或旋转环与机械密封动环之间固定松动会导致机械密封水循环动力减小，造成循环不畅，经现场检查时未发现机械密封动环尾部的旋转环表面螺旋线磨损或旋转环与机械密封动环之间固定松动。

5、泵体方面

泵体方面的原因为平衡盘与平衡盘座轴向径向间隙过大，如果平衡盘与平衡盘座的轴向间隙或径向间隙过大则会导致泵末级叶轮后高压水通过轴向径向间隙泄露至平衡室的过多，造成机械密封水量过大，相同时间内高温水循环次数过多，传递给机械密封腔室和机械密封水的热量增加，当机组负荷增大时，泄漏量也大幅升高，设计冷却器带不走过多的热量，致使冷却效果下降，机械密封水温度升高。以下为该厂多台给水泵检修过程数据：

多台给水泵运行、检修数据对比

编号	负荷	冷却水泵	冷却水泵	机械密封	平衡盘与平衡盘座轴向	平衡盘与平衡盘座径向
----	----	------	------	------	------------	------------

	MW	出口压力 MPa	出口温度 ℃	冷却水温 度℃	间隙检修测 量值 (标准 0.25-0.40)	间隙检修测 量值 (标准 0.35-0.45)
1	330	0.31993	31.487	68.008	0.30	0.44
2	330	0.31993	31.487	65.303	0.30	0.42
3	335	0.32499	31.515	68.377	0.30	0.44
4	335	0.32499	31.515	66.480	0.30	0.43
5	335	0.32936	30.627	64.414	0.29	0.42
6	330	0.33329	31.447	57.429	0.28	0.40
7	335	0.33596	31.327	66.639	0.30	0.44
8	335	0.33851	31.364	77.005	0.38	0.45
9	335	0.33851	31.364	65.144	0.30	0.43

从上表数据中可以看出,8号给水泵平衡盘与平衡盘座轴向间隙 0.38mm, 径向间隙 0.45mm, 均在标准值上限偏大, 机械密封水温度较其它给水泵机械密封水温度偏高, 相比 8 号给水泵 6 号给水泵平衡盘与平衡盘座轴向、径向间隙在 9 台给水泵中均在相对较小的数值, 6 号给水泵机械密封水也最低。从现场检修过程中检查来看, 未发现因此平衡盘与平衡盘座密封间隙处有明显磨损, 所以可以排除因磨损造成的间隙增大, 可以判断出该泵机械密封水温度高的原因是由于泵体平衡盘与平衡盘座轴向、径向间隙在运行过程中逐年增大导致。

五、结论

通过对该泵的运行、检修数据分析, 排除冷却器、冷却循环管路、机械密封等多方面的问题, 发现机械密封水温度高的主要原因是泵经多年长期运行, 泵内动静间隙逐渐发生变化, 导致平衡盘轴向间隙逐渐增大致使机械密封水温度过高, 为以后其它同类型泵机械密封水温度高检修及分析提供依据, 不断提高运行和检修人员水平, 保证机组及设备安全稳定运行。

六、防范措施

给水泵运行中当遇到机械密封水温度偏高的现场时, 可先排除冷却器及冷却水方面的原因, 如其它配套系统运行均正常, 可考虑泵体平衡盘与平衡盘座轴向、径向间隙增大所致, 当下无法处理时可加装临时轴流风机, 增大冷却效果, 降低机械密封水温度, 确保给水泵能够正常运行。同时在日后对给水泵进行检修时, 在保证安全的前提下尽量减小平衡盘与平衡盘座轴向、径向间隙  $b_0$  和  $b$ , 以增加泵在运行过程中的安全性。

参考文献:

[1] 《汽轮机设备检修》(第二版) 中第三篇水泵检修, 中国电力出版社。  
 [2] KSB 公司 CHTC5/5 型给水泵检修手册。  
 [3] 《大型卧式轴流泵检修与安装》中国水利水电出版社。